

Проектная и эксплуатационная надёжность релейно-контактных систем

Анищенко В. А., Бакун Т. А.

Белорусский национальный технический университет

Надёжность релейно-контактных систем можно разделить на проектную и эксплуатационную. Проектная надёжность характеризует три возможных состояния системы при подаче управляющего сигнала: безотказную работу, отказы типа «обрыв» и «короткое замыкание». Эксплуатационная надёжность дополнительно учитывает два противоположных типа самопроизвольных (ложных) срабатываний системы при отсутствии управляющего сигнала в результате воздействия внешних факторов. Ими могут быть электромагнитные помехи, неудовлетворительное качество монтажа, вибрация и другие неблагоприятные условия эксплуатации. Структурное резервирование существенно повышает надёжность систем. Расчёт показателей надёжности производился исходя из биномиального разложения Ньютона:

$$\prod_{i=1}^n (p_i + q_{io} + q_{is} + r_{io} + r_{is}) = 1,$$

где p_i – вероятность безотказной работы i -того элемента; q_{oi} – вероятность отказа типа «обрыв цепи»; q_{si} – вероятность отказа типа «короткое замыкание»; r_{oi} – вероятность самопроизвольного размыкания контактов; r_{si} – вероятность самопроизвольного замыкания контактов; n – число элементов в системе.

На основе расчетов показателей надёжности систем с последовательным, параллельным, последовательно-параллельным, параллельно-последовательным соединением элементов, а также мажоритарных систем «2 из 3» и «3 из 5» построены шкалы предпочтений систем по критериям максимума вероятности безотказной работы и минимумам вероятностей отказов и самопроизвольных срабатываний. Выбор критериев должен производиться исходя из той функции, которую выполняет релейно-контактная система в конкретном устройстве электроавтоматики. Шкалы предпочтений используются для выбора оптимальной системы при ограничениях на количество используемых элементов. Самопроизвольные срабатывания снижают вероятность безотказной работы, но не влияют на выбор оптимальной системы. Результаты проведённого исследования могут найти практическое применение при разработке высоконадёжных устройств электроавтоматики.